



Grundlagen der Luftreinhaltung

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

Rheingaustraße 186
65203 Wiesbaden

Inhaltsübersicht

Atmosphäre

Stockwerke, Zusammensetzung, Dimensionen

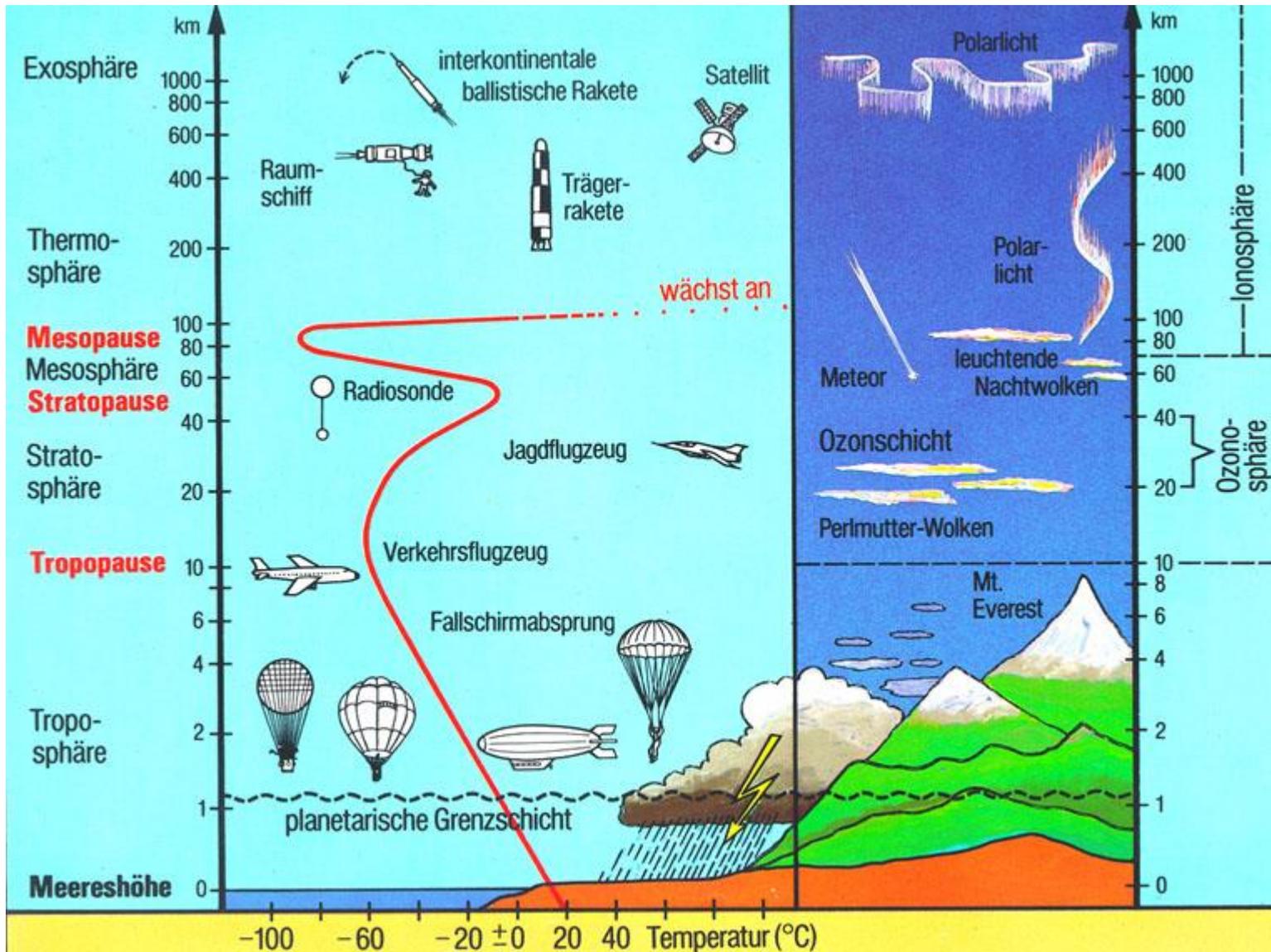
Begriffe

Emission, Transmission, Immission, Deposition

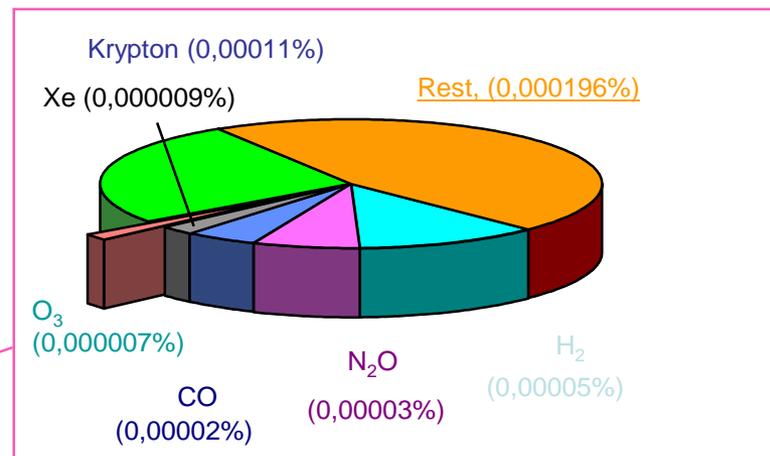
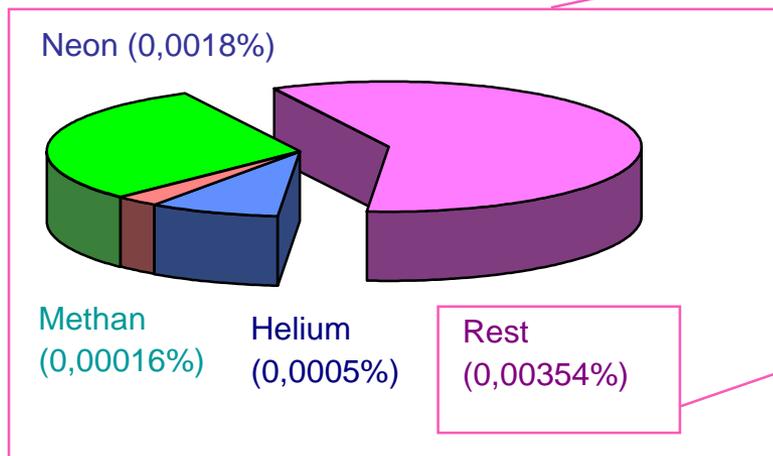
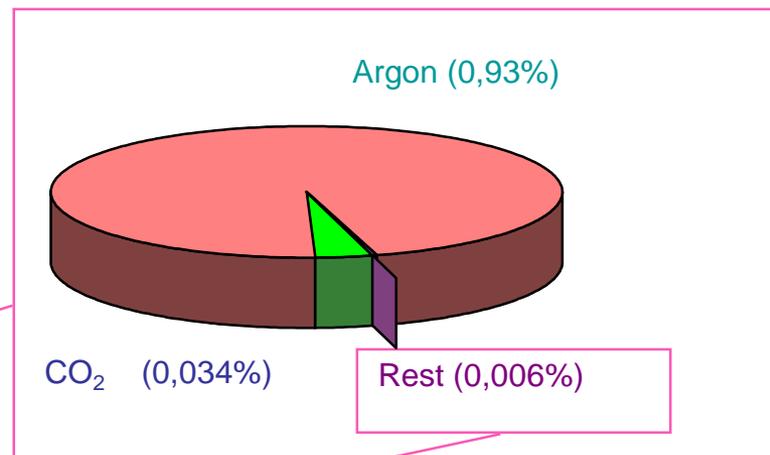
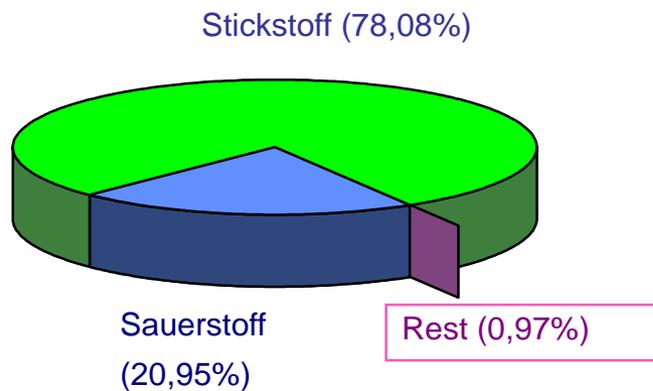
Verhalten i. d. Atmosphäre



Schichtung der Atmosphäre mit Temperaturprofil



Zusammensetzung der Atmosphäre in Vol. %



Konzentrationsmaße

- Die Konzentrationen von Luftverunreinigungen werden i. d. R. als **Massenkonzentrationen** (Masse pro Volumen) angegeben,
- Die Emissionskonzentrationen liegen meist im **Milligrammbereich**, d. h. in mg/m^3 (10^{-3} g/m^3)
- Die Immissionskonzentrationen liegen meist im Bereich von **Mikrogramm** ($\mu\text{g/m}^3$ (10^{-6} g/m^3)) oder im Bereich von **Nanogramm** (ng/m^3 (10^{-9} g/m^3))
- Von Wirkungsforschern wird aktuell die Einführung von Staubgrenzwerten auf der Basis von **Anzahlkonzentrationen** gefordert; derzeit keine Umsetzung absehbar



Konzentrationsmaße

			Beispiel: Der Gehalt eines Zuckerwürfels, aufgelöst in
1 Prozent ist ein Teil von 100 Teilen	10 Gramm pro Kilogramm	10 g/kg	0,27 Liter (ca. 2 Tassen)
1 Promille ist ein Teil von 1000 Teilen	1 Gramm pro Kilogramm	1 g/kg	2,7 Liter (ca. 4 Flaschen)
1 ppm (parts per million) ist ein Teil von 1 Million Teilen	1 Milligramm pro Kilogramm	0,001 g/kg (10^{-3})	2700 Liter (ca. ein Tanklastzug)
1 ppb (parts per billion) ist ein Teil von 1 Milliarde Teilen (b = billion; engl. für Milliarde)	1 Mikrogramm pro Kilogramm	0,000 001 g/kg (10^{-6})	2,7 Millionen Liter (ca. ein Tanker)
1 ppt ist ein Teil von 1 Billion Teilen (t = trillion; engl. für Billion)	1 Nanogramm pro Kilogramm	0,000 000 001 g/kg (10^{-9})	2,7 Milliarden Liter (ca. Talsperre Östertal bei Attendorn im Sauerland)
1 ppq ist ein Teil von 1 Billiarde Teilen (q = quadrillion, engl. für Billiarde)	1 Picogramm pro Kilogramm	0,000 000 000 001 g/kg (10^{-12})	2,7 Billionen Liter (ca. Starnberger See)

Konzentrationsmaße

- Massenkonzentration: Masse pro Volumen
z. Bsp. $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Volumenmischungsverhältnis: Vol. pro Vol.
z. Bsp. $1/10^6$
parts per million = **ppm**
oder $1/10^9$
parts per billion = **ppb**
- Umrechnung:

$$c (\mu\text{g}/\text{m}^3) = c(\text{ppb}) \frac{\text{Molmasse (g)}}{\text{Molvolumen (l)}}$$

Umrechnung

Massenkonzentration \Leftrightarrow Volumenmischungsverhältnis

- $\text{ppb} \Rightarrow \mu\text{g}/\text{m}^3$ Umrechnungsfaktor: Molmasse/Molvolumen
- $\mu\text{g}/\text{m}^3 \Rightarrow \text{ppb}$ Umrechnungsfaktor: Molvolumen/Molmasse
- **Beispiel SO_2**

Molmasse

S: 32 g/Mol, O_2 : 2 x 16 g/Mol Summe: 64 g/Mol

Molvolumen

22,4 l/Mol (bei 0° C und 1013 hPa !!)

Molmasse/Molvolumen: $64/22,4 =$ **2,86**

Molvolumen/Molmasse: $22,4/64 =$ **0,35**

Umrechnung

Massenkonzentration \Leftrightarrow Volumenmischungsverhältnis

- $2,5 \text{ ppb SO}_2 \times 2,86 = 7,15 \text{ } \mu\text{g/m}^3 \text{ SO}_2$ (bei 0° und 1013 hPa)
- $3,5 \text{ } \mu\text{g/m}^3 \text{ SO}_2 \times 0,35 = 1,225 \text{ ppb SO}_2$
- **Beispiel Ozon (O_3)**
Molmasse: $3 \times 16 \text{ g} = 48 \text{ g/Mol}$
 $\text{ppb} \Rightarrow \mu\text{g/m}^3$ Umrechnungsfaktor: $48/22,4 = \mathbf{2,14}$
 $\mu\text{g/m}^3 \Rightarrow \text{ppb}$ Umrechnungsfaktor: $22,4/48 = \mathbf{0,47}$
- Angaben als **Volumenmischungsverhältnisse** (ppm / ppb) sind **unabhängig** von Druck und Temperatur
- Angaben als **Massenkonzentrationen** (mg/m^3 / $\mu\text{g/m}^3$) gelten nur für die **bestimmten Bedingungen** (p und T)

$$C_{\text{ppb}} = A \times C_{\mu\text{g}/\text{m}^3}$$

$$C_{\mu\text{g}/\text{m}^3} = B \times C_{\text{ppb}}$$

bei 0°C und 1013 hPa !

Name	Formel	A	B
Ammoniak	NH ₃	1,32	0,76
Kohlenmonoxid	CO	0,80	1,25
Stickstoffmonoxid	NO	0,75	1,34
Stickstoffdioxid	NO ₂	0,49	2,05
Methan	CH ₄	1,39	0,72
Propan	C ₃ H ₈	0,51	1,97
Schwefelwasserstoff	H ₂ S	0,66	1,52
Schwefeldioxid	SO ₂	0,35	2,86
Ozon	O ₃	0,47	2,14
Benzol	C ₆ H ₆	0,29	3,49
Toluol	C ₇ H ₈	0,24	4,11



Wichtige Begriffe

EMISSION

ist der Vorgang des Freisetzens von Luftschadstoffen in die Atmosphäre



TRANSMISSION

ist der Transport einschließlich der möglichen Umwandlung von Luftschadstoffen unter dem Einfluß von Strahlung und Feuchte in der Atmosphäre



IMMISSIONEN

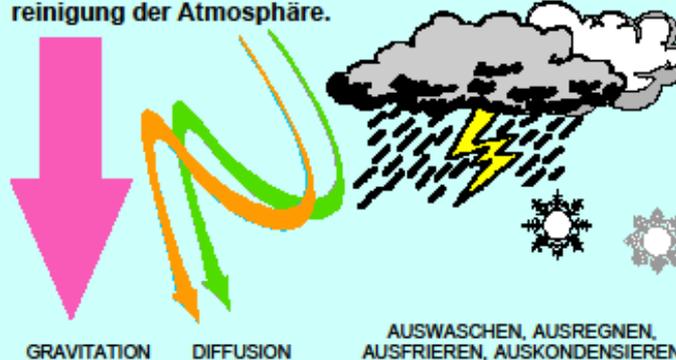
sind Luftverunreinigungen, die an einem bestimmten Ort und zu einer bestimmten Zeit auftreten

Sie wirken auf:



DEPOSITION

ist der Vorgang des Entfernens von Luftschadstoffen aus der Atmosphäre. Man spricht auch von Selbstreinigung der Atmosphäre.



GRAVITATION

DIFFUSION

AUSWASCHEN, AUSREGNEN,
AUSFRIEREN, AUSKONDENSIEREN

Wichtige Begriffe - Emission



Emission

ist der Vorgang des Freisetzens von Luftschadstoffen in die Atmosphäre.

Emissionen sind Luftverunreinigungen, die an einer Quelle an die Atmosphäre abgegeben werden.

Emissionsmessungen erfolgen an der Quelle bzw. Anlage.

Dimension:

als Massenstrom in Masse pro Zeiteinheit [t/a, kg/h oder g/s]
bzw.

als Konzentration in Masse pro Luftvolumen [mg/m³]

(Vertiefung im Themenblock Emissionen)

Wichtige Begriffe - Emission



Emittentengruppen:

Kfz-Verkehr (Pkw, Lkw, Busse, Krafträder)

Industrie (Energie, Metallverarbeitung, Chemie, Nahrungsmittel, Abfälle etc.)

Gebäudeheizungen (Heizöl, Gas, Strom, Fernwärme, Festbrennstoffe)

Kleingewerbe (Tankstellen, Druckereien, Chem. Reinigungen, Steinbrüche etc.)

Biogene und nicht gefasste Quellen (Landwirtschaft, Wälder, Deponien)

Privater Verbrauch (Farben und Lacke, Haarsprays, Wasch- und Pflegemittel etc.)

Wichtige Begriffe - Transmission



Transmission

ist der Transport einschließlich der möglicher Umwandlung von Luftschadstoffen unter dem Einfluss von Strahlung und Feuchte in der Atmosphäre.

(Vertiefung im Themenblock Ausbreitungsrechnung)

Wichtige Begriffe - Immissionen

Immissionen

sind Luftverunreinigungen, die an einem bestimmten Ort zu einer bestimmten Zeit auftreten.

Dimension:

Als Konzentration in Masse pro Luftvolumen [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

IMMISSIONEN

sind Luftverunreinigungen, die an einem bestimmten Ort und zu einer bestimmten Zeit auftreten

Sie wirken auf:



Immissionen sind die Luftverunreinigungen, die an den Luftmessstationen gemessen werden.

(Vertiefung im Themenblock Immissionen)

Wichtige Begriffe - Deposition

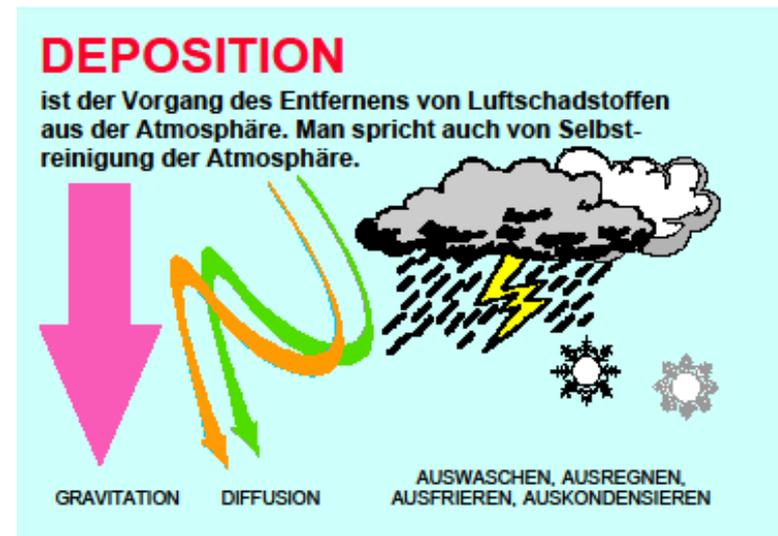
Deposition

Ist der Vorgang des Entfernens von Luftschadstoffen aus der Atmosphäre. Man spricht von der Selbstreinigung der Atmosphäre.

Gleichzeitig erfolgt eine messbare Ablagerung von gelösten, partikelgebundenen oder gasförmigen Luftschadstoffen auf Oberflächen.

Dimension:

Masse pro Fläche und Zeiteinheit
[mg/(m² x d)]



Verhalten von Schadstoffen in der Atmosphäre

